

**METHOD OF GAS-THERMALLY APPLYING COATINGS**

**Patent number:** RU2086697  
**Publication date:** 1997-08-10  
**Inventor:** GIZATULLIN SALAVAT ANATOLEVICH (EE); DAUTOV GALI YUNUSOVICH (EE)  
**Applicant:** AKADEMIYA NAUK RESPUB TATARSTA (EE); KZ G TEKHN UNI IM A N TUPOLEVA (EE)  
**Classification:**  
- **international:** C23C4/12  
- **european:**  
**Application number:** RU19950120793 19951209  
**Priority number(s):** RU19950120793 19951209

[Report a data error here](#)

Abstract not available for RU2086697

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

**BEST AVAILABLE COPY**



(19) RU (11) 2 086 697 (13) С1  
(51) МПК<sup>6</sup> С 23 С 4/12

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 95120793/02, 09.12.1995

(46) Дата публикации: 10.08.1997

(56) Ссылки: Авторское свидетельство СССР N 1002124, кл.В 23 Р 1/18, 1983. 2. Сборник научных трудов АН УССР. - Киев: Наукова Думка, 1986, с.46-48.

(71) Заявитель:

Академия наук Республики Татарстан,  
Казанский государственный технический  
университет им.А.Н.Туполева

(72) Изобретатель: Гизатуллин С.А.,  
Даутов Г.Ю.

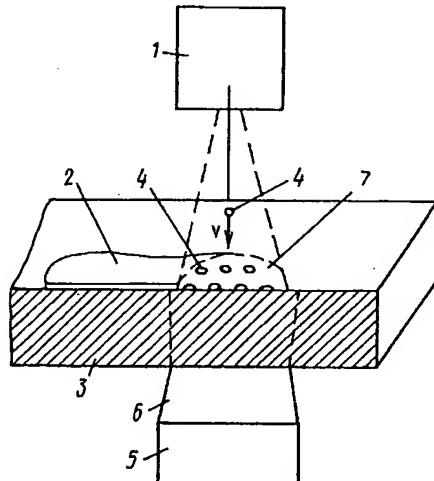
(73) Патентообладатель:

Академия наук Республики Татарстан,  
Казанский государственный технический  
университет им.А.Н.Туполева

(54) СПОСОБ ГАЗОТЕРМИЧЕСКОГО НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ

(57) Реферат:

Способ газотермического нанесения покрытий включает предварительную механическую подготовку поверхности изделия, напыление материала в виде частиц, разогнанных до скоростей и разогретых до температур, обеспечивающих пластичное деформирование при ударе о поверхность изделия вплоть до температуры плавления. Ультразвуковое воздействие осуществляют одновременно с напылением, непосредственно в пятне напыления в момент удара частиц о поверхность. Ультразвуковое воздействие могут осуществлять поверхностными волнами (волнами Рэлея) или нормальными волнами (волнами Лэмба). 2 з.п. ф-лы, 3 ил.



R  
U  
2  
0  
8  
6  
6  
9  
7  
C  
1

R  
U  
2  
0  
8  
6  
6  
9  
7  
C  
1



(19) RU (11) 2 086 697 (13) C1  
(51) Int. Cl. 6 C 23 C 4/12

RUSSIAN AGENCY  
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: 95120793/02, 09.12.1995

(46) Date of publication: 10.08.1997

(71) Applicant:  
Akademija nauk Respubliki Tatarstan,  
Kazanskij gosudarstvennyj tekhnicheskij  
universitet im.A.N.Tupoleva

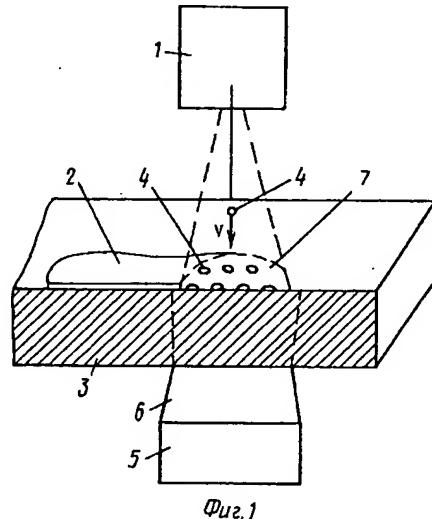
(72) Inventor: Gizatullin S.A.,  
Dautov G.Ju.

(73) Proprietor:  
Akademija nauk Respubliki Tatarstan,  
Kazanskij gosudarstvennyj tekhnicheskij  
universitet im.A.N.Tupoleva

(54) METHOD OF GAS-THERMALLY APPLYING COATINGS

(57) Abstract:

FIELD: coatings. SUBSTANCE: method involves preliminarily mechanical treatment of object surface and spraying material in the form of particles accelerated to velocities and heated to temperatures ensuring plastic deformation upon striking object surface up to melting temperature. Simultaneously, ultrasonic action is performed directly in spraying spot at the moment particle strikes the surface. Ultrasonic action may be provided through surface waves (Raley waves) or normal waves (Lamb waves). EFFECT: intensified process. 3 cl, 3 dwg



R U ? 0 8 6 6 9 7 C 1

R U 2 0 8 6 6 9 7 C 1

R U 2 0 8 6 9 7 C 1

R U ? 0 8 6 6 9 7 C 1

Изобретение относится к технологии нанесения покрытий, в частности к газотермическим способам нанесения покрытий.

В технологии нанесения покрытий известны способы, заключающиеся в напылении покрытий плазмотронами, пламенными горелками, электродуговыми металлизаторами, электроискровым способом и т.д. на заранее подготовленную поверхность детали, которую в процессе напыления подвергают низкочастотным механическим колебаниям в плоскости поверхности детали [1].

Однако этот способ требует больших затрат энергии для обеспечения колебания изделий и не применим для массовых крупногабаритных изделий. Для этого способа характерна низкая прочность сцепления и прочность покрытия. Значительны и вредны возникающие при нанесении покрытий вибрации и шумы.

Наиболее близким техническим решением является способ газотермического нанесения покрытий, включающий послойную механическую обработку напыленных слоев и изделия с ультразвуковым воздействием с частотой 17-43 кГц, излучателем, расположенным за пятном напыления [2].

Недостатком этого способа нанесения покрытий является обработка практически остывших после удара частиц и уменьшение величины импульсного и напорного давления в контакте частица-поверхность до нуля, так как за время порядка  $t \approx 0,02$  с, которое проходит после удара частиц о поверхность изделия до момента ультразвуковой обработки, частицы успевают остыть ( $t_{ост} = 10^{-7} - 10^{-4}$  с). Это приводит к недостаточной прочности сцепления и прочности покрытия.

Недостатками этого способа являются невозможность обработки сложных покрытий, наносимых на сложные рельефы (поверхности с резьбой, канавками), внутренние поверхности трубопроводов, тонкостенные нежесткие конструкции, а также необходимость большого количества разнообразных форм излучателей ультразвуковых волн и концентраторов к ним.

Решаемая техническая задача заключается в том, что увеличивается прочность, адгезия (прочность сцепления) покрытий за счет обработки горячих (нагретых) частиц, расширяются технологические возможности способа нанесения покрытий на детали с любым рельефом поверхности и любой формы.

Решаемая техническая задача достигается тем, что в способе нанесения покрытий, включающем механическую подготовку обрабатываемой поверхности изделия, напыление материала в виде частиц, разогнанных до скоростей и разогретых до температур, обеспечивающих пластичное деформирование при ударе частиц вплоть до температуры плавления частиц, ультразвуковое воздействие осуществляют одновременно с напылением непосредственно в пятне напыления в момент удара частиц о поверхность.

Ультразвуковое воздействие могут осуществлять поверхностными волнами или волнами Рэлея.

Ультразвуковое воздействие могут осуществлять, возбуждая нормальные волны

или волны Лэмба.

Ультразвуковое воздействие в пятне напыления в момент удара частиц о поверхность изделия, в процессе их последующего деформирования и остывания, позволяет интенсивно и мгновенно разрушать окисные пленки, что обеспечивает быстрый контакт нагретых до высокой температуры (вплоть до температуры плавления) частиц с ювелирно чистой поверхностью изделия. Высокая температура и одновременно действие напорного и импульсных давлений с наложением ультразвукового давления, возникающего от воздействия ультразвукового луча, позволяет снизить энергию активационного барьера ( $E_a$ ), сделать подложку более активной, обеспечить более быструю перестройку химических и металлических связей между атомами частиц и подложки. Эти факторы обеспечивают прочное приваривание частиц к поверхности изделия.

Возможность напыления покрытий и одновременно ультразвуковое воздействие на поверхность изделия в области пятна напыления со сложным рельефом, а также поверхности со специально подготовленным рельефом, например поверхность с резьбой, канавками, повышает прочность и адгезию по сравнению с прототипом. Предложенный способ нанесения покрытий позволяет оказывать ультразвуковое воздействие на все напыляемые частицы, находящиеся в области действия ультразвукового луча, что невозможно в аналоге, прототипе, так как колебания возбуждаются ультразвуковым излучателем путем приложения его к изделию, а не к покрытию, а это, в свою очередь, обеспечивает более стабильные характеристики покрытия и воспроизведимость свойств (прочность, адгезия, плотность, износостойкость).

Ультразвуковое воздействие поверхностными волнами или волнами Рэлея позволяет возбуждать колебания на поверхности изделия (колебания частиц происходит по эллипсам), что создает как напряжения растяжения скатия в окисной пленке по касательной к поверхности пятна, так и складывается с импульсным и напорным давлением, увеличивая тем самым общее давление в контакте, воздействуя в виде ударных циклов (импульсов). Воздействие волнами Рэлея значительно повышает прочность сцепления и прочность покрытия, а также уменьшает расходы энергии при нанесении покрытий на крупногабаритные массовые изделия.

Ультразвуковое воздействие, обеспечивающее возбуждение нормальных волн или волны Лэмба, расширяет технологические возможности способа нанесения покрытий на тонкостенные изделия, изделия сложной формы, производить напыление одновременно на большую площадь (например несколькими горелками или одним устройством для напыления покрытий).

Предложенное техническое решение удовлетворяет критерию "изобретательский уровень", так как отличительные признаки позволяют получить "новое свойство" - повысить прочность сцепления и прочность покрытия, расширить технологические возможности при напылении на детали

RU 20086697C1

сложной формы.

Из известных источников информации авторами не обнаружены признаки, подобные введенным отличительным.

На фиг. 1 представлено устройство, на котором реализован способ нанесения покрытия с возбуждением ультразвуковых колебаний в пятне напыления; на фиг. 2 устройство с возбуждением поверхностных волн или волн Рэлея; на фиг. 3 устройство с возбуждением нормальных волн или волн Лэмба.

Устройство (фиг.1) содержит плазмотрон или пламенную горелку 1 для нанесения покрытия 2 на поверхность изделия 3 в виде частиц 4, ультразвуковой излучатель 5, концентратор 6. Ультразвуковой излучатель 5 и концентратор 6 установлены на изделии 3 с возможностью возбуждения ультразвуковых колебаний в пятне напыления 7 и соединены с генератором ультразвуковых колебаний (не показан).

Устройство (фиг.2) в отличие от устройства (фиг.1) содержит вместо ультразвукового излучателя 5 ультразвуковой излучатель поверхности волн 8.

Устройство (фиг.3) в отличие от устройства (фиг.1) содержит вместо ультразвукового излучателя 5 ультразвуковой излучатель для возбуждения нормальных волн 9 с концентратором 10.

Предлагаемый способ газотермического нанесения покрытий осуществляют следующим образом.

Непосредственно перед напылением поверхность изделия 3 подвергают механической подготовке, например дробеструйной обработке с целью активирования поверхности изделия, создания микрорельефа, при необходимости наносят мелкую резьбу или канавки (для создания макрорельефа), затем изделия 3 обезжирают.

На поверхности изделия 3 (фиг.1) (в данном случае на обратной стороне относительно поверхности напыления) устанавливают ультразвуковой излучатель 5 с концентратором 6 на слое смазки для надежного контакта. Ультразвуковой излучатель 5 обеспечивает возбуждение ультразвуковых колебаний в пятне напыления 7, испуская ультразвуковой луч заданной частоты и мощности, определяемой генератором ультразвуковых колебаний. Концентратор 6 обеспечивает увеличение потока ультразвуковой энергии до заданного значения в области пятна напыления 7.

В плазмотрон 1 подается напыляемый материал в виде порошка или проволоки, который разогревается до скоростей, нагревается до температур, обеспечивающих пластическое деформирование частиц 4 вплоть до температуры плавления. При встрече горячих частиц 4 с поверхностью изделия 3 в месте контакта частица-поверхность изделия 3 создается импульсное и напорное давление общей длительностью  $10^{-4}\text{-}10^{-9}$  с, которое разрушает тонкие окисные пленки. Возбуждение ультразвуковых колебаний в месте контакта частица-поверхность изделия создает дополнительное давление, сопоставимое по величине с импульсным и напорным давлением, что ускоряет процесс разрушения окисных пленок, резко

увеличивает общую площадь контакта нагретой еще не остывшей частицы с ювелирно чистой поверхностью изделия. Интенсивнее протекают диффузионные процессы, происходит интенсивный выход вакансий, дислокации на поверхность контакта частица-поверхность изделия. Снижается также энергия активационного барьера ( $E_a$ ). Подложка становится более активной, обеспечивается более быстрая перестройка химических и металлических связей между атомами частиц и изделием 3. Эти факторы обеспечивают прочное приваривание частиц 4 к поверхности изделия 3, что приводит к образованию прочного, плотного, с высокой адгезией покрытия.

Ультразвуковое воздействие на поверхность изделия 3 и на напыляемые частицы 4 (фиг.2), осуществляемое излучателем поверхностных волн 8, позволяет помимо описанных выше преимуществ наносить покрытия на небольшие участки, в том числе труднодоступные, массивных, крупногабаритных изделий при небольших затратах энергии и расширяет технологические возможности способа нанесения газотермических покрытий. Концентратор ультразвуковых лучей в этом случае может не использоваться. На фиг. 2 показано в качестве изделия 3 толстостенная труба или пруток, которая вращается с определенной скоростью.

Ультразвуковое воздействие излучателем 5 (фиг.3) на напыляемые частицы 4 и поверхность изделия 3, осуществляемое нормальными волнами или волнами Лэмба, позволяет расширить технологические возможности способа газотермического нанесения покрытия на тонкостенные участки крупногабаритных длинномерных изделий, например листов, труб и т.д. (на фиг.3, узел I, показано как деформируется изделие 3 в виде тонкостенного листа при возбуждении нормальных симметричных волн).

Использование предлагаемого способа газотермического нанесения покрытий с ультразвуковым воздействием в пятне напыления в момент удара частиц о поверхность, позволяет:

повысить прочность сцепления покрытия, его прочность и плотность, а также износостойкость;  
расширить технологические возможности способа нанесения покрытий;  
уменьшить расходы энергии при нанесении покрытий.

#### Формула изобретения:

1. Способ газотермического нанесения покрытий, включающий механическую подготовку обрабатываемой поверхности изделия, напыление материала в виде частиц, разогнанных до скоростей и разогретых до температур, обеспечивающих пластическое деформирование при ударе частиц вплоть до температур их плавления, ультразвуковое воздействие, отличающийся тем, что ультразвуковое воздействие осуществляют одновременно с напылением непосредственно в пятне напыления в момент удара частиц о поверхность.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что ультразвуковое воздействие осуществляют поверхностными волнами или волнами Рэлея.

3. Способ по п.1, отличающийся тем, что

R U 2 0 8 6 6 9 7 C 1

ультразвуковое воздействие осуществляют,  
возбуждая нормальные волны или волны

Лэмба.

5

10

15

20

25

30

35

40

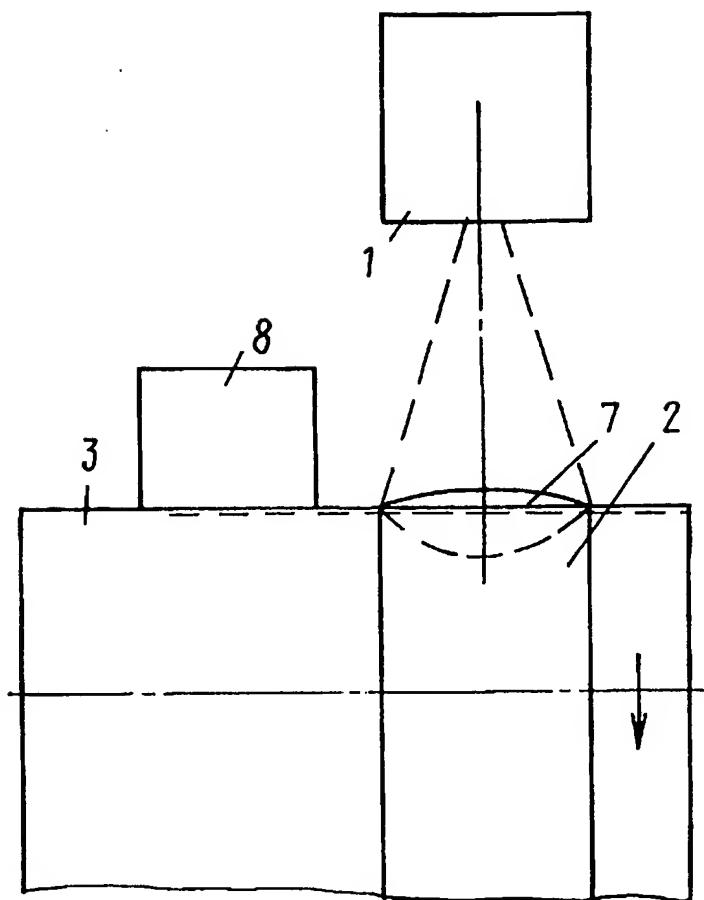
45

50

55

60

R U ? 0 8 6 6 9 7 C 1

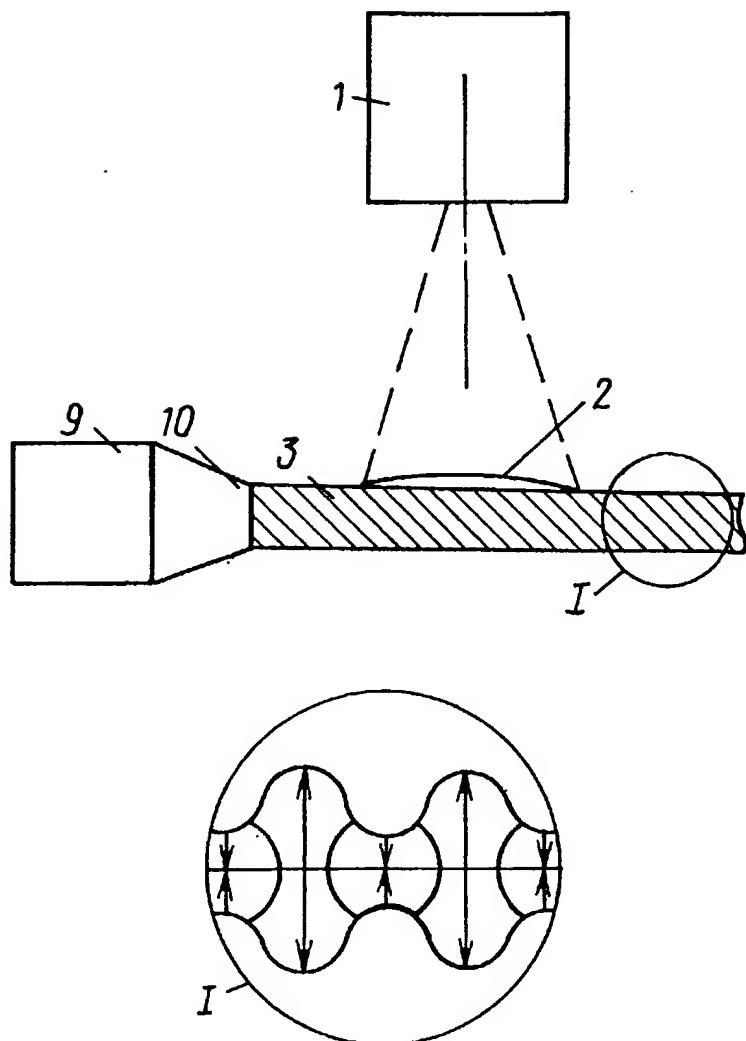


Фиг.2

РУ 2086697 С1

РУ 2086697 С1

РУ 2086697 С1



Фиг. 3

РУ 2086697 С1

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT OR DRAWING
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- GRAY SCALE DOCUMENTS
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.